

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-030386

(43)Date of publication of application : 28.01.2000

(51)Int.Cl.

G11B 21/10

(21)Application number : 10-195618

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 10.07.1998

(72)Inventor : TAKAHASHI EISAKU

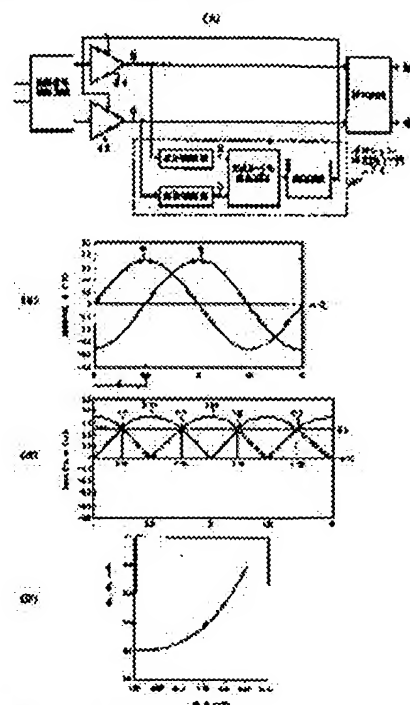
(54) STORAGE DEVICE AND POSITIONAL SENSITIVITY SETTING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a highly accurate positional signal by correcting the non- linear positional sensitivity of two phase signals demodulated from 2-phase servo information to be linear.

SOLUTION: A positional sensitivity adjusting part 70 detects the signal level of a crossing point between positional signals N and Q different in phase by a specified traffic pitch and demodulated from the reading signal of 2-phase servo information buried and recorded in a disk medium, and then adjusts the gains of AGC amplifiers 46 and 48 so that the crossing point level becomes a specified level. A sensitivity correcting part 50 corrects non-linear positional sensitivity approximated by a sine or cosine function with respect to the actual

traffic position X of the two signals N and Q outputted from the AGC amplifiers 46 and 48 to be linear positional sensitivity.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-30386

(P2000-30386A)

(43) 公開日 平成12年1月28日 (2000.1.28)

(51) Int.Cl.⁷
G 1 1 B 21/10

識別記号

F I
G 1 1 B 21/10

テマコード* (参考)

R 5 D 0 9 6
E

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願平10-195618

(22) 出願日 平成10年7月10日 (1998.7.10)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 高橋 栄作

山形県東根市大字東根元東根字大森5400番
2 (番地なし) 株式会社山形富士通内

(74) 代理人 100079359

弁理士 竹内 進 (外1名)

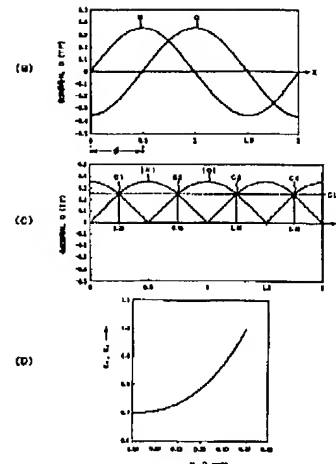
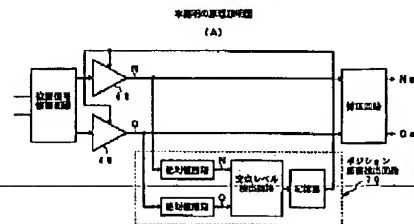
Fターム (参考) 5D096 AA03 BB01 CC01 EE03 GG06
KK14 RR01 RR11 RR12 RR18

(54) 【発明の名称】 記憶装置及びそのポジション感度設定方法

(57) 【要約】

【課題】 2相サーボ情報から復調された2つの位相信号の非線形のポジション感度を線形に補正して高精度の位置信号を得る。

【解決手段】 ポジション感度調整部70は、ディスク媒体に埋め込み記録された2相サーボ情報の読取信号から復調された所定トラックピッチだけ位相が異なる位置信号N、Qの交点の信号レベルを検出し、この交点信号レベルが所定レベルとなるようにAGC増幅器46、48の利得を調整する。感度補正部50は、AGC増幅器46、48から出力された2つの位置信号N、Qの実際のトラック位置Xに対する正弦関数や余弦関数で近似した非線形のポジション感度を、線形のポジション感度に補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】ディスク媒体に埋め込み記録された2相サーボ情報の読取信号から復調された位相φが所定トラックピッチ(TP/n)だけ異なる位置信号N、Qの交点の信号レベルを検出し、該交点信号レベルが所定レベルとなるようにAGC増幅器の利得を調整するポジション感度調整部と、

前記AGC増幅器から出力された2つの位置信号N、Qの実際のトラック位置に対する非線形のポジション感度を線形のポジション感度に補正する感度補正部と、を設けたことを特徴とする記憶装置。

【請求項2】請求項1記載の記憶装置に於いて、前記感度補正部は、前記位置信号の非線形のポジション感度を前記ポジション感度調整部で検出された交点の一定感度をもつ線形のポジション感度に補正することを特徴とする記憶装置。

【請求項3】請求項2記載の記憶装置に於いて、前記感度補正部は、トラックセンタから前記交点に対応したトラック位置の範囲で、前記位置信号の非線形のポジション感度を線形のポジション感度に補正することを特徴とする記憶装置。

【請求項4】請求項3記載の記憶装置に於いて、前記感度補正部は、前記AGC増幅器から出力された2つの位置信号N、Qのポジション感度を所定の非線形関数で近似して線形のポジション感度に補正することを特徴とする記憶装置。

【請求項5】請求項4記載の記憶装置に於いて、前記感度補正部は、実際のトラック位置Xに対する前記AGC増幅器から出力された2つの位置信号N、Qを正弦関数 $N = \sin X$

$$Q = \sin(X - TP/n)$$

で近似すると共に、実際のトラック位置Xに対し補正さ

れた2つの位置信号Na、Qaの線形関数を

$$Na = X$$

$$Qa = X - TP/n$$

として両者の関係式

$$N = \sin Na$$

$$Q = \sin Qa$$

を設定し、該関係式から前記補正された位置信号Na、Qaを

$$Na = \sin^{-1} N$$

$$Qa = \sin^{-1} Q$$

により算出して非線形のポジション感度を線形に補正することを特徴とする記憶装置。

【請求項6】請求項5記載の記憶装置に於いて、前記感度補正部は、前記補正された位置信号Na、Qaを

$$Na = \{1 / (\sqrt{2} \cdot \cos N)\} \cdot N$$

$$Qa = \{1 / (\sqrt{2} \cdot \cos Q)\} \cdot Q$$

により算出することを特徴とする記憶装置。

【請求項7】請求項6記載の記憶装置に於いて、前記感

度補正部は、前記補正された位置信号Na、Qaの算出に使用する積係数

$$K_N = 1 / (\sqrt{2} \cdot \cos N)$$

の値をテーブル情報として予め準備し、前記AGC増幅器からの位置信号P、Qによる前記テーブル情報の参照で前記積係数 K_N 、 K_Q を求め、前記位置信号P、Qの各々に乗算して非線形のポジション感度を線形のポジション感度に補正することを特徴とする記憶装置。

【請求項8】請求項7記載の記憶装置に於いて、前記感度補正部は、前記位置信号N、Qを両者の極性に応じて

$$(+, -); +N, + (Q + TP/n)$$

$$(+, +); + (2TP/n - N), + \{1 - (Q + TP/n)\}$$

$$(-, +); - (2TP/n + N), + \{1 + (Q + TP/n)\}$$

$$(-, -); - (4TP/n - N), - \{4TP/n - (Q + TP/n)\}$$

に変換して前記テーブル情報を参照することを特徴とする記憶装置。

【請求項9】請求項4記載の記憶装置に於いて、前記感度補正部は、実際のトラック位置Xに対する前記AGC増幅器から出力された2つの位置信号N、Qを余弦関数 $N = \cos X$

$$Q = \cos(X - TP/n)$$

で近似すると共に、実際のトラック位置Xに対しポジション感度が線形となる補正された2つの位置信号Na、

Qaを線形関数

$$Na = X$$

$$Qa = X - TP/n$$

30 として両者の関係式

$$N = \cos Na$$

$$Q = \cos Qa$$

を設定し、該関係式から前記補正された位置信号Na、Qaを

$$Na = \cos^{-1} N$$

$$Qa = \cos^{-1} Q$$

により算出して非線形のポジション感度を線形に補正することを特徴とする記憶装置。

【請求項10】請求項9記載の記憶装置に於いて、前記感度補正部は、前記補正された位置信号Na、Qaを

$$Na = \{1 / (\sqrt{2} \cdot \sin N)\} \cdot N$$

$$Qa = \{1 / (\sqrt{2} \cdot \sin Q)\} \cdot Q$$

により算出することを特徴とする記憶装置。

【請求項11】請求項10記載の記憶装置に於いて、前記感度補正部は、前記補正された位置信号Na、Qaの算出に使用する積係数

$$K_N = 1 / (\sqrt{2} \cdot \sin N)$$

の値をテーブル情報として予め準備し、前記AGC増幅器からの位置信号P、Qによる前記テーブル情報の参照で前記積係数 K_N 、 K_Q を求め、前記位置信号P、Qの各

々に乗算して非線形のポジション感度を線形のポジション感度に補正することを特徴とする記憶装置。

【請求項12】請求項1記載の記憶装置に於いて、前記感度補正部は、前記位置信号N、Qを両者の極性に応じて

$$\begin{aligned} & (+, +); + (TP/n - N), + \{ TP/n - (Q + TP/n) \} \\ & (-, +); - (TP/n + N), + \{ TP/n + (Q + TP/n) \} \\ & (-, -); - (3TP/n - N), - \{ 3TP/n - (Q + TP/n) \} \\ & (+, -); + (3TP/n + N), - \{ 3TP/n + (Q + TP/n) \} \end{aligned}$$

に変換して前記テーブル情報を参照することを特徴とする記憶装置。

【請求項13】請求項4記載の記憶装置に於いて、前記感度補正部は、実際のトラック位置Xに対する前記AGC増幅器から出力された2つの位置信号N、Qの非線形関数を多項式

$$N = A_N X^N + A_{N-1} X^{N-1} + \dots + A_0$$

$$Q = A_N (X - TP/n)^N + A_{N-1} (X - TP/n)^{N-1} + \dots + A_0$$

で近似すると共に、実際のトラック位置に対する補正された2つの位置信号Na、Qaの線形関数を

$$N_a = X$$

$$Q_a = X - TP/n$$

とすることで両者の関係式

$$N = A_N N_a^N + A_{N-1} N_a^{N-1} + \dots + A_0$$

$$Q = A_N Q_a^N + A_{N-1} Q_a^{N-1} + \dots + A_0$$

を設定して非線形のポジション感度の線形に補正することを特徴とする記憶装置。

【請求項14】ディスク媒体に埋め込み記録された2相サーボ情報の読取信号から復調された位相φが所定トラックピッチだけ異なる位置信号N、Qの交点の信号レベルを検出し、該交点信号レベルが所定レベルとなるようにAGC増幅器の利得を調整するポジション感度調整過程と、

前記AGC増幅器から出力された2つの位置信号N、Qの実際のトラック位置に対する非線形のポジション感度を、線形のポジション感度に補正する感度補正過程と、を備えたことを特徴とする記憶装置のポジション感度設定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、媒体に埋め込み記録された2相サーボ情報から復調した2つの位置信号の交点レベルを規定レベルに調整してポジション感度を一定にする記憶装置及びポジション感度設定方法に関し、特に、位置信号のもつ非線形のポジション感度を線形に補正する記憶装置及びポジション感度設定方法。

【0002】

【従来の技術】近年、磁気ディスク装置に対する大容量化、小型化の要請に伴い、トラック密度(TPI)がますます高くなり、これを実現するためのサーボ信号による位置決め精度の向上が重要になっている。また従来の専用のサーボ面とサーボヘッドを必要とするサーボ面サーボに対し、コスト的に有利で記録容量を増加できるデータ面のセクタ先頭位置にサーボ情報を埋め込んだセクタサーボ、所謂データ面サーボが採用されている。

【0003】サーボ面サーボ又はセクタサーボにおいて2相サーボ情報を記録した場合、ディスク媒体から読み取ったサーボ信号から2つの位相が90°(1/2トラックピッチ)の異なる位置信号N、Qを復調し、この位置信号N、Qによりヘッドのコアース制御によるシーク動作とファイン制御による位置決め動作を行う。

【0004】2相サーボ情報から復調された2つの位置信号N、Qは、その信号レベルによってヘッド位置を表わすため、コア幅のばらつきにより読取信号に変動があっても、最終的に復調される2つの位置信号N、Qは、両者が一致する交点レベルのヘッド位置で常に一定の振幅としなければならない。

【0005】このため、装置のセットアップ時等に、ヘッドを低速で移動させ、2つの位置信号N、Qが一致する交点レベルを検出して記憶し、この交点レベルを規定の理論値とする利得をAGC増幅器に設定し、常にヘッド位置に対し2つの位置信号N、Qのヘッド位置に対する感度を一定とするポジション感度調整を行っている。

【0006】図26は、サーボ面サーボを対象とした従来のポジション感度調整回路である。図26において、ポジション感度の調整時には、VCMを低速で移動させてサーボ面の2相サーボ情報の読取信号から90°位相の異なる2つの位置信号N、Qを復調し、AGC増幅器102、104で増幅した後、絶対値回路106、108で絶対位置信号|N|、|Q|に変換して交点レベル検出回路110に与える。

【0007】図27(A)は、AGC増幅器102、104から出力される位置信号N、Qであり、予後軸に実際のトラック位置Xをとって現わしている。AGC増幅器102、104からの位置信号N、Qは、絶対値回路106、108で図26(B)の絶対位置信号|N|、|Q|に変換される。交点レベル検出回路110は、図27(B)の絶対位置信号|N|、|Q|を比較し、両者が一致する交点114、116、118、120...の信号レベルを検出し、その平均値を交点値として記憶器112に記憶させる。

【0008】図26のAGC増幅器102、104は、記憶器112に記憶された交点値が一定値(理論値)に一致するように利得が調整される。このようなポジション感度の調整は、ヘッド単位及びディスク媒体のゾーン単位に行われ、位置信号N、Qの交点レベルが一定値

(理論値)となるようにAGC増幅器102、104で増幅され、常に一定のポジション感度が得られる。

【0009】これが現状のポジション感度補正又はヘッドのコア幅補正と呼ばれるものであり、ヘッド毎にコア幅にばらつきがあっても、常に一定のポジション感度に調整でき、高精度の位置検出ができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、大容量化と小型化に伴って媒体のトラック密度TPIを大きくすると、より一層正確なポジション感度が要求されている。しかし、図27(A)に示す2相サーボ情報から復調された位置信号N、Qは、ヘッドコアに対する漏れ磁束等を考えに入れていない理想的な信号であり、交点レベル以下の範囲において、実トラック位置Xに対する位置信号N、Qが直線であり、ポジション感度が常に一定値となる線形特性と見做している。

【0011】しかし、位置信号N、Qは、厳密には漏れ磁束の影響を受け、交点レベル以下の範囲でも実トラック位置Xに対し位置信号が厳密には直線にならず、ポジション感度が非線形となっている。これにも関わらず交点レベル以下の範囲でポジション感度は一定と見做し、交点レベルを一定レベル(理論値)に補正する一点補正としており、これでは非線形のポジション感度を一定感度に調整したことにはならない。

【0012】このため交点レベルに基づく一点で線形補正されたポジション感度と、実際の非線形となるポジション感度との間に誤差があり、このポジション感度の誤差により、トラック密度TPIを大きくした場合に必要な高精度の位置信号が得られない問題がある。

【0013】本発明は、2相サーボ情報から復調した2つの位置信号の交点に基づいて補正された非線形のポジション感度を、更に線形に補正して高精度の位置信号を得るようにした記憶装置及びそのポジション感度設定方法を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】図1は本発明の原理説明図である。

【0015】本発明の記憶装置は、図1(A)のように、ポジション感度調整部70と感度補正部50を備える。ポジション感度調整部70は、図1(B)(C)のように、ディスク媒体に埋め込み記録された2相サーボ情報の読取信号から復調された位相が所定トラックピッチ(TP/n)だけ異なる位置信号N、Q、例えば位相φがTP/2だけ異なる交点の信号レベルを検出し、この交点信号レベルが所定レベルとなるようにAGC増幅器46、48の利得を調整する。ここで、nは1、2、3、4、・・・の任意の整数である。

【0016】感度補正部50は、AGC増幅器46、48から出力された2つの位置信号N、Qの実際のトラック位置Xに対する非線形のポジション感度を、線形のポ

ジション感度に補正する。

【0017】このように本発明は、非線形のポジション感度をもつ位置信号N、Qを、直接制御回路に送り込まず、補正回路50で非線形のポジション感度を線形のポジション感度に補正した位置信号Na、Qaを作成して制御回路に送り込むことで、ヘッドの検出特性が非線形でも正確にヘッド位置を制御することができ、特にディスク媒体のトラック密度TPIが高くなった場合に高精度のヘッド位置制御ができる。

10 【0018】ここで感度補正部50は、位置信号N、Qの非線形のポジション感度を、ポジション感度調整部70で検出された交点の一定感度をもつ線形のポジション感度に補正する。また感度補正部50は、トラックセンタから交点に対応したトラック位置の範囲で、位置信号N、Qの非線形のポジション感度を線形のポジション感度に補正する。

【0019】感度補正部50は、AGC増幅器46、48から出力された2つの位置信号N、Qのポジション感度を所定の非線形関数で近似して線形のポジション感度に補正する。例えば感度補正部50は、実際のトラック位置Xに対するAGC増幅器46、48から出力された2つの位置信号N、Qを正弦関数

$$N = \sin X$$

$$Q = \sin(X - TP/n)$$

で近似すると共に、実際のトラック位置Xに対し補正された2つの位置信号Na、Qaの線形関数を

$$Na = X$$

$$Qa = X - TP/n$$

とし、両者の関係式

$$30 \quad N = \sin Na$$

$$Q = \sin Qa$$

を設定する。そして、この関係式から補正された位置信号Na、Qaを

$$Na = \sin^{-1} N$$

$$Qa = \sin^{-1} Q$$

により算出して非線形のポジション感度を線形に補正する。

【0020】感度補正部は、補正された位置信号Na、NQaの算出する式的具体例として—

$$40 \quad Na = \{1 / (\sqrt{2} \cdot \cos N)\} \cdot N$$

$$Qa = \{1 / (\sqrt{2} \cdot \cos Q)\} \cdot Q$$

により線形に補正されたポジション感度の位置信号Na、Qaを算出する。この式は、非線形関数を線形関数に変換する場合に、非線形関数を微分してその逆数を求め、これを非線形関数に乗算すれば得られることに基づく。即ち、正弦関数で近似された関係式

$$N = \sin Na$$

$$Q = \sin Qa$$

を微分して傾き

$$50 \quad N' = (\sin Na)' = \cos Na$$

$$Q' = (\sin Qa)' = \cos Qa$$

を求め、傾きの逆数を正規化して積係数

$$K_N = 1 / (\sqrt{2} \cdot \cos N)$$

$$K_Q = 1 / (\sqrt{2} \cdot \cos Q)$$

を求め、これに非線形の位置信号N, Qを乗算して

$$Na = K_N \cdot N = \{1 / (\sqrt{2} \cdot \cos N)\} \cdot N$$

$$Qa = K_Q \cdot Q = \{1 / (\sqrt{2} \cdot \cos Q)\} \cdot Q$$

とする。

【0021】また感度補正部50は、一方の積係数、例*

$$\begin{aligned} & (+, -); +N, + (Q + TP/n) \\ & (+, +); + (2TP/n - N), + \{2TP/n - (Q + TP/n)\} \\ & (-, +); - (2TP/n + N), + \{2TP/n + (Q + TP/n)\} \\ & (-, -); - (4TP/n - N), - \{4TP/n - (Q + TP/n)\} \end{aligned}$$

に変換してテーブル情報を参照する。これによって位置信号N, Qのトラックセンタから交点の範囲 ($-TP/2n \leq N, Q \leq TP/2n$) についての積係数のテーブルを1つ準備しておくことで、位置信号N, Q, の1サイクル範囲 ($4TP/n$ 0ラックピッチ範囲)でのポジション感度の線形補正ができる。

【0023】また感度補正部50は、実際のトラック位置Xに対しポジション感度が非線形となるAGC増幅器46, 48から出力された2つの位置信号N, Qを余弦関数

$$N = \cos X$$

$$Q = \cos (X - TP/n)$$

で近似すると共に、実際のトラック位置Xに対しポジション感度が線形となる補正された2つの位置信号Na, Qaを線形関数

$$Na = X$$

$$Qa = X - TP/n$$

とし、両者の関係式

$$N = \cos Na$$

$$Q = \cos Qa$$

を設定し、この関係式から補正された位置信号Na, Qaを

$$Na = \cos^{-1} N$$

$$Qa = \cos^{-1} Q$$

により算出して非線形のポジション感度を線形に補正してもよい。

【0024】この場合、正弦関数と同様に、感度補正部50は、補正された位置信号Na, Qaを

$$Na = -\{1 / (\sqrt{2} \cdot \sin N)\} \cdot N$$

$$Qa = -\{1 / (\sqrt{2} \cdot \sin Q)\} \cdot Q$$

により算出する。即ち、余弦関数で近似された関係式

$$N = \cos Na$$

$$Q = \cos Qa$$

を微分して傾き

$$N' = (\cos Na)' = -\sin Na$$

$$Q' = (\cos Qa)' = -\sin Qa$$

を求め、傾きの逆数を正規化して積係数

* えば図1 (D) のように、

$$K_N = 1 / (\sqrt{2} \cdot \cos N)$$

の値をテーブル情報として予め準備し、AGC増幅器46, 48からの位置信号P, Qによるテーブル情報の参照で積係数 K_N, K_Q を求め、位置信号P, Qの各々に乗算して非線形のポジション感度を線形に補正する。

【0022】このテーブル情報を用いた補正において、感度補正部は、位置信号N, Qを両者の極性に依じて

$$* K_N = -1 / (\sqrt{2} \cdot \sin N)$$

$$K_Q = -1 / (\sqrt{2} \cdot \sin Q)$$

を求め、これに非線形の位置信号N, Qを乗算して

$$Na = K_N \cdot N = -\{1 / (\sqrt{2} \cdot \sin N)\} \cdot N$$

$$Qa = K_Q \cdot Q = -\{1 / (\sqrt{2} \cdot \sin Q)\} \cdot Q$$

とする。

【0025】また感度補正部50は、補正された位置信号Na, Qaの算出に使用する積係数

$$K_N = -1 / (\sqrt{2} \cdot \sin N)$$

の値をテーブル情報として予め準備し、AGC増幅器46, 48からの位置信号P, Qによるテーブル情報の参照で積係数 K_N, K_Q を求め、位置信号P, Qの各々に乗算して非線形のポジション感度を線形に補正する。

【0026】この場合にも、感度補正部50は、位置信号N, Qを両者の極性に依じて

$$\begin{aligned} & (+, +); + (TP/n - N), + \{TP/n - (Q + TP/n)\} \\ & (-, +); - (TP/n + N), + \{TP/n + (Q + TP/n)\} \\ & (-, -); - (3TP/n - N), - \{3TP/n - (Q + TP/n)\} \\ & (+, -); + (3TP/n + N), - \{3TP/n + (Q + TP/n)\} \end{aligned}$$

に変換してテーブル情報を参照する。

【0027】更に、感度補正部50は、実際のトラック位置Xに対するAGC増幅器46, 48から出力された2つの位置信号N, Qの非線形関数を多項式

$$N = A_N X^N + A_{N-1} X^{N-1} + \dots + A_0$$

$$Q = A_N (X - TP/n)^N + A_{N-1} (X - TP/n)^{N-1} + \dots + A_0$$

で近似すると共に、実際のトラック位置に対する補正された2つの位置信号Na, Qaをの線形関数を

$$Na = X$$

$$Qa = X - TP/n$$

とすることで両者の関係式

$$N = A_N Na^N + A_{N-1} Na^{N-1} + \dots + A_0$$

$$* 50 \quad Q = A_N Qa^N + A_{N-1} Qa^{N-1} + \dots + A_0$$

を設定して非線形のポジション感度の線形に補正してもよい。

【0028】また本発明は、記憶装置のポジション感度設定方法を提供するものであり、ディスク媒体に埋め込み記録された2相サーボ情報の読取信号から復調された位相φが所定トラックピッチ(TP/n)だけ異なる位置信号N、Qの交点の信号レベルを検出し、この交点信号レベルが所定レベルとなるようにAGC増幅器46、48の利得を調整するポジション感度調整過程；AGC増幅器46、48から出力された2つの位置信号N、Qの実際のトラック位置Xに対する非線形のポジション感度を線形のポジション感度に補正する感度補正過程；を備えたことを特徴とする。

【0029】

【発明の実施の形態】図2は本発明のポジション感度調整装置が適用される磁気ディスク装置のブロック図である。

【0030】図2において、ハードディスクドライブとして知られたディスク装置は、ディスクエンクロージャ10とディスクコントローラ12で構成される。ディスクエンクロージャ10にはヘッドIC回路20が設けられ、ヘッドIC回路20に対し、この実施例にあっては、4つの複合型ヘッド14-1～14-4を接続している。

【0031】複合型ヘッド14-1～14-4は、ライトヘッド16-1～16-4とリードヘッド18-1～18-4を一体に備えている。ライトヘッド16-1～16-4としてはインダクティブヘッドが使用され、リードヘッド18-1～18-4としてはMRヘッドが使用される。更にディスクエンクロージャ10には、ヘッドアクチュエータを駆動するVCM58と磁気ディスクを回転するスピンドルモータ64が設けられている。

【0032】図3は、図2のディスクエンクロージャ10の内部構造の一例である。図3において、ディスクドライブのカバー65内にはスピンドルモータ64により回転される磁気ディスク66が設けられている。この実施例において、図2のように、ディスクエンクロージャには4つの複合型ヘッド14-1～14-4が設けられていることから、磁気ディスク66は2枚設けられており、データ面は4つとなる。

【0033】磁気ディスク66に対しては、VCM58により回転されるヘッドアクチュエータ68が設けられる。ヘッドアクチュエータ68の先端には複合型ヘッド14-1が支持されている。ヘッドアクチュエータ68の近傍には回路基板にヘッドIC回路20が実装されている。ヘッドIC回路20はフレキシブルプリント基板に実装されており、フレキシブルプリント基板のバンド部分によって、ヘッドアクチュエータ68との間の電気的な接続を行っている。

【0034】再び図2を参照するに、ディスクエンクロ

ージャ10に対する回路部となるディスクコントローラ12には、リード/ライト系の回路部とヘッド位置決めのためのサーボ回路部が設けられている。まずリード系の回路部はAGCアンプ22とリード復調回路24で構成される。ヘッドIC回路20はリード動作の際に、上位装置からのコマンドに基づくディスクコントローラ30からのヘッド切換信号E1とリード/ライト切換信号E2のリード側を有効とする信号を受けて複合型ヘッド14-1～14-4のいずれか1つを選択し、そのリードヘッドをAGCアンプ22に接続している。

【0035】リードヘッドとしてMRヘッドを使用した場合、ヘッドIC回路20はMRヘッドに対しセンス電流を流すようになる。リードヘッドからの読取信号はAGCアンプ22で一定振幅に増幅された後、リード復調回路24でリードデータが復調される。リード復調回路24としては、例えばパーシャル・レスポンス・クラス4最尤検出(PR4ML)を例にとると、イコライザ回路で(1+D)の等化を施した後、最尤検出回路で(1-D)のビタビ検出に従ってビットデータを復調する。

【0036】復調したビットデータはRLLデコードによりNRZデータに変換され、パラレル/シリアル変換器26でパラレルNRZデータに変換された後、インタフェース回路32を介してバッファメモリ34に転送され、バッファメモリ34の格納量が一定値を越えると、インタフェース回路32より上位ヘリッドデータを転送する。

【0037】ライト変調回路28は、ライト動作の際にインタフェース回路32を経由してバッファメモリ34から転送された上位からのパラレルライトデータをパラレル/シリアル変換器26でシリアルNRZデータに変換して入力し、まずRLL符号に変換する。続いて1/(1+D)のプリコードを行った後、書込補償を行い、ライトFFで保持した後、ドライバによりヘッドIC回路20を介して、そのとき選択されているライトヘッドに供給して、ディスク媒体に対する書込みを行う。

【0038】ディスクコントローラ12の全体的な制御はMPU36が行う。MPU36に対してはバス38を介してRAM40が設けられ、更にディスクコントローラ30及びインタフェース回路32を接続している。MPU36はインタフェース回路32を介して上位のコントローラから各種のコマンドを受領して解読し、ディスクコントローラ30に対するリード/ライト指示、更にディスクエンクロージャ10に設けているVCM58の駆動によるヘッドの位置決め制御を行う。

【0039】VCM58を駆動するため、バス38に対してはDAコンバータ54とドライバ56が設けられ、MPU36からの指示でVCM58を駆動できる。また、DAコンバータ60、ドライバ62によりスピンドルモータ64の駆動も行う。

【0040】ディスクコントローラ12の位置復調回路

部としては、位置信号復調回路44、AGC増幅器46、48、補正回路50及びポジション感度検出回路70が設けられる。この実施形態で、図3の磁気ディスク66にはセクタサーボによって2相サーボ情報が書き込まれており、AGCアンプ22からの読取信号を位置信号復調回路44に入力し、サーボフレームのタイミングで得られた読取信号から 90° ($TP/2$) 位相の異なる2つの位置信号N、Qを復調し、AGC増幅器46、48で一定のポジション感度となるように増幅した後、補正回路50に内蔵したADコンバータでデジタルデータに変換してMPU36に取り込んでいる。

【0041】ポジション感度検出回路70は、絶対値回路71、72、交点レベル検出回路74及び記憶器76で構成され、装置の出荷時、立上げ時あるいはキャリブレーションタイミングで動作する。絶対値回路71、72はAGC増幅器46、48より得られた2つの位置信号N、Qの絶対値を出力する。交点レベル検出回路74は2つの絶対位置信号N、Qのレベルが一致する交点のレベルを検出し、記憶器76に記憶する。

【0042】位置信号の復調時にAGC増幅器46、48は、記憶器76に記憶した交点レベルを一定レベル（理論値）とするための利得が設定される。このため復調された位置信号N、Qの交点レベルが常に一定レベル（理論値）となるように増幅され、ヘッドが異なっても常に一定のポジション感度が得られる。

【0043】補正回路50は、AGC増幅器46、48によりポジション感度補正が行われた位置信号N、Qを入力し、位置信号N、Qのもつ非線形のポジション感度を線形のポジション感度の位置信号Na、Qaに補正してMPU36に供給する。

【0044】MPU36は、補正回路50から取り込んだ2つの位置信号Na、Qaに基づいて、シーク動作時のコアス制御、シーク終了時のファイン制御を行う。即ち、コアス制御にあつては、シリンダアドレスの中央位置で位置信号Naを使用し、シリンダアドレスの境界位置で位置信号Qaを使用して、それぞれの位置信号NaまたはQaの微分により速度を求め、そのときの目標シリンダアドレスに対する残りシリンダ数に基づいて、加速、定速、減速の速度制御を行う。

【0045】このコアス制御により、現在のシリンダアドレスが目標シリンダアドレスに一致するとファイン制御に切り換えられ、そのとき得られている位置信号NaまたはQaがトラックセンタの値となるように位置付け制御を行う。

【0046】ここで図3の磁気ディスク66におけるセクタサーボのフォーマットを説明する。図4は、磁気ディスクにおけるシリンダ $n \sim n+4$ について、媒体1回転分のトラックフォーマットを表わしている。シリンダ $n \sim n+4$ にあつては、1セクタがサーボフレームSV0とデータフレームDATAで構成され、これが0 $\sim n$

セクタ設けられている。

【0047】サーボフレームは、サーボフレームSV1について下側に拡大して示すように、ギャップ、サーボマーク、グレーコード、PosA、B、C、Dで示す2相サーボパターン及びギャップで構成される。サーボマークはサーボフレームの開始位置を示す。グレーコードはシリンダアドレスを表わしている。2相サーボパターンPosA \sim Dは、図5の右側に示すサーボパターンを記録している。即ち、パターンA、Bは、シリンダ n 、 $n+1$ 、 $n+2$ 、 \dots のシリンダ境界を中心位置として両側に0.5シリンダ幅をもって、データの記録周波数より十分高い周波数のパターンを記録する。パターンC、Dは、パターンA、Bに対し0.5シリンダずらして、シリンダ n 、 $n+1$ 、 $n+2$ のシリンダ中心に対し左右に0.5シリンダのシリンダ幅の範囲に記録する。ここで1シリンダ幅は1トラックピッチ(TP)を意味する。

【0048】このようなパターンA \sim Dでなる2相サーボパターンに対し、リードヘッド18をディスクの径方向に移動すると、左側に示す復調信号A、B、C、Dが得られる。そして、この復調信号A、Bの差をとることで位置信号Nが得られ、また復調信号CとDの差をとることで位置信号Qを得ることができる。位置信号Nはシリンダ中心に対し例えば ± 0.5 トラックピッチの範囲で使用され、位置信号Qはシリンダ境界を中心とした ± 0.5 ピッチの範囲で使用されるように切り換えられる。

【0049】ここで位置信号N、Qは、 n を任意の整数1、2、3、4、 \dots とすると、 $\phi = TP/n$ の一般形で現わすことができ、図5は $n=2$ の場合である。以下の実施形態は、 $n=2$ として $\phi = TP/2$ とした場合を例にとるが、 $n=3$ の $\phi = TP/3$ や、 $n=4$ の $\phi = TP/4$ としてもよい。

【0050】図6は、図2の補正回路50のブロック図である。補正回路50には、位置信号Nのポジション感度を非線形から線形に補正するため、ADコンバータ80、乗算器82、メモリ読出部84及びメモリテーブル86を設けている。また位置信号Qのポジション感度を非線形から線形に補正するため、ADコンバータ88、乗算器90及びメモリ読出部92を設けており、メモリテーブル86は位置信号N側と共通に使用する。

【0051】メモリテーブル86には位置信号N、Qのポジション感度を非線形から線形に補正するための積係数 K_N 、 K_Q が位置信号N、Qをアドレスとして予め格納されている。このため、ADコンバータ80、88で取り込まれてデジタルデータに変換された位置信号N、Qはメモリ読出部84、92に与えられ、それぞれメモリテーブル86の参照により、対応する積係数 K_N 、 K_Q を読み出し、乗算器82、90で位置信号N、Qに乗算し、ポジション感度が非線形から線形に補正された位

置信号Na, Qaを出力する。即ち、補正回路5は

$$Na = K_N \cdot N \quad (1)$$

$$Qa = K_Q \cdot Q \quad (2)$$

の補正演算を行う。

【0052】図7は、図6の位置信号N側に設けたメモリ読出部84のブロック図である。メモリ読出部84は、極性判定回路94、参照値作成回路96及び極性設定回路98で構成される。このメモリ読出部84の回路機能は、メモリテーブル86に図8の特性図に示す位置信号N, Qに対する正規化積係数 K_N , K_Q が格納され

ていることに対応している。

【0053】図8の特性曲線100で示されるメモリテーブル86の内容は、横軸に示す位置信号N, Qの範囲 $0.00TP \leq N, Q \leq 0.25TP$ について、縦軸に示す正規化積係数 K_N , K_Q を格納している。この位置信号N, Qに対する正規化積係数 K_N , K_Q の特性曲線100は、具体的には図9のようなテーブル情報としてメモリテーブル86に格納されている。即ち、メモリテーブル86のアドレス86-1は位置信号N, Qに対応し、データ領域86-2は図8の

特性曲線100で与えられる積係数 K_N , K_Q の数値が格納されている。

【0054】ここで図9のメモリテーブル86は位置信号N, Qの範囲 $0.00TP \leq N, Q \leq 0.25TP$ につき、0.01単位に25アドレスの積係数を格納しているが、これは説明を簡単にするためであり、実際には位置信号N, Qの範囲を例えば1000アドレスに分けて各アドレスに対応する積係数を格納している。具体的には、図6のADコンバータ80, 88から出力されるデジタルデータのビット数によりメモリテーブル86の分解能が決まる。

【0055】また図8のメモリテーブル86の特性曲線100にあつては、ポジション感度を非線形から線形に補正するための正規化された積係数 K_N , K_Q を格納している。

【0056】更に位相が0.5トラックピッチ異なる2つの位置信号N, Qについて、共通にメモリテーブル86の特性曲線100を使用していることから、図7のメモリ読出部84にあつては、極性判定回路94によって位置信号Nと位置信号Qの極性を判定し、これに基づいて補正対象とする位置信号Nのメモリテーブル86の参照値を参照値作成回路96で作成し、位置信号Nが図8のメモリテーブル86における $0.00 \leq N \leq 0.25TP$ の範囲になくても、参照値の作成でメモリテーブル86を参照して、対応する積係数 K_N を読み出せるようにしている。

【0057】このような図7の位置信号N側のメモリ読出部84の構成は、図6における位置信号Q側のメモリ読出部92についても同様である。即ち、図7における

極性判定回路94及び参照値作成回路96に対する入力信号が位置信号Nから位置信号Qとなり、また極性判定回路94に対し単独で位置信号Qの代わりに位置信号Nを入力している。

【0058】図10は、図6の補正回路50に設けているメモリ読出部84, 90による図8のメモリテーブル86の読出しに使用する位置信号N, Qの1サイクルノ変化に対応した極性テーブル参照値を表わしている。即ち、図5に示したように、位置信号N, Qは2シリンダ単位、即ち2トラック単位に1サイクルの変化を繰り返すことから、1サイクルにおける位置信号N, Qの交点レベル以下のトラック範囲は、トラックピッチTPで表すと図10(A)のように、

$$0.00TP < N \leq 0.25TP$$

$$0.75TP < N \leq 1.00TP$$

$$1.00TP < N \leq 1.25TP$$

$$1.75TP < N \leq 2.00TP$$

の4領域に分かれている。これらの4領域にあつては、位置信号N, Qの信号極性は(+, -)(+, +)

(-, +)(-, -)となる。図8の特性曲線100のメモリテーブル86は、位置信号Nのトラック範囲 $0.00 \leq N \leq 0.25$ について作成されている。したがって、それ以外の領域及び位置信号Nについては、図示のテーブル参照値を参照して図8のメモリテーブル86から対応する正規化積係数を読み出せば良い。ここで位置信号Nに対し位置信号Qは0.5トラックピッチの位相遅れを持っていることから、

$$N = Q + 0.5TP$$

をN信号テーブル参照値に代入することで、Q信号テーブル参照値を得ることができる。図10(A)のQ信号テーブル参照値は、実際には図10(B)のように設定されている。

【0059】次に図8の特性曲線100を格納した図6, 図7の補正回路50における位置信号N, Qの持つ非線形のポジション感度を線形のポジション感度に補正するための原理を説明する。

【0060】図11は、横軸に実トラック位置Xをとり、縦軸に位置信号N, Qをとった場合の特性図である。ここで実トラック位置X及び位置信号N, Qは、それぞれトラックピッチTPで表わす数値を使用している。図11において、実トラック位置Xの $0 \leq X \leq 2TP$ の範囲で位置信号Nは1サイクル変化し、これに対し位置信号Qは0.5TPの位相遅れをもって同じく1サイクルの変化をしている。この位置信号N, Qを実トラック位置Xについて正弦関数で近似して表わすと次式のようになる。

$$【0061】$$

$$N = \sin X \quad (3)$$

$$Q = \sin(X - 0.5TP) \quad (4)$$

図12は、図11の位置信号N, Qの絶対値を表わして

15

おり、両者の交点C1, C2, C3, C4は、位置信号N, Qについては一定の0.25TPであり、実トラック位置Xについては $X=0.25TP, 0.75TP, 1.25TP, 1.75TP$ のそれぞれの位置となる。

【0062】図11から明らかなように、位置信号N, Qは実トラック位置Xに対し非線形の正弦関数で近似されている。このため図12のように、位置信号N, Qの絶対値の交点C1~C4を検出し、交点レベルを一定レベルに一致させるようにAGC増幅器に利得を設定して増幅することでポジション感度を一定にしても、交点C1~C4以下のポジション感度は非線形のままである。

【0063】このような非線形の位置信号N, Qを入力して、本発明にあってはポジション感度が線形となる位置信号Na, Qaに補正する。補正された位置信号Na, Qaの実トラック位置Xに対するポジション感度は線形であることから、

$$Na = X \quad (5)$$

$$Qa = X - 0.5TP \quad (6)$$

となる。したがって、補正前の位置信号N, Qと補正後の位置信号Na, Qaとの間には、前記(1)(2)式を(3)(4)の補正された位置信号Na, Qaで置き換えることで、次式の関係が得られる。0

$$N = \sin Na \quad (7)$$

$$Q = \sin Qa \quad (8)$$

即ち、位置信号Na, Qaはポジション感度が線形であるが、これが正弦関数で近似した実際に得られる位置信号N, Qについては非線形となっている。このため

(7)(8)式の関係から、線形のポジション感度を持つ位置信号Na, Qaは次式で求めることができる。

$$Na = \sin^{-1} N \quad (9)$$

$$Qa = \sin^{-1} Q \quad (10)$$

この(9)(10)式の展開は、具体的には次のように行う。図13は(7)(8)式の線形のポジション感度を持つ位置信号Na, Qaを横軸にとり、非線形の位置信号N, Qを縦軸にとった特性である。ここで横軸の位置信号Na, QaはトラックピッチTPであるが、縦軸の位置信号N, Qについては振幅の最大値を1にして正規化した値をとっている。この場合、位置信号N, Qの交点レベルCLは $CL = 1/\sqrt{2}$ となる。

【0065】この図13における(7)(8)式の正弦関数から横軸の線形のポジション感度に対する縦軸の非線形のポジション感度は、位置信号Na, Qaに対する位置信号N, Qの傾きであることから、正弦曲線の微分で表わすことができる。そこで、(7)(8)式を微分して傾き N' , Q' を求めると、

$$N' = (\sin Na)' = \cos Na \quad (11)$$

$$Q' = (\sin Qa)' = \cos Qa \quad (12)$$

のようになる。

【0066】図14は、図13の位置信号Nを微分した

16

(11)式を表わしている。この図14において、微分位置信号 N' を $0.00 < Na \leq 0.25TP$ の範囲で $Na = 0.25$ の交点の一定ゲイン($1/\sqrt{2}$)に補正するためには、微分位置信号 N' の逆数($1/N'$)を求め、これに図13の位置信号Nを掛け合わせればよい。この点は

$$0.75TP < Na \leq 1.00TP$$

$$1.00TP < Na \leq 1.25TP$$

$$1.75TP < Na \leq 2.00TP$$

10 の範囲についても同様である。

【0067】図15は、図14の傾き N' の逆数($1/N'$)として得られる積係数 K_N の位置信号Nに対する特性である。図8のメモリーテーブル86の特性曲線100は、この図15における位置信号Nの $0.00 < Na \leq 0.25TP$ の範囲の特性曲線102を格納したものであり、この特性曲線102は

$$0.75TP < N \leq 1.00TP$$

$$1.00TP < N \leq 1.25TP$$

$$1.75TP < N \leq 2.00TP$$

20 の範囲の特性曲線104, 106, 108に上下及びまたは左右を入れ替えることで重なり合う同一の特性曲線である。

【0068】図16は、図15の特性曲線102を位置信号 $N = 0.25TP$ の積係数 $K_{N0} = 1$ として正規化しており、この正規化した積係数 K_N が図8の特性曲線100となる。

【0069】図13の位置信号Qについても、微分位置信号 Q' を求めた後に、その逆数としての積係数 K_Q を求め、最終的に正規化することで、図8の特性曲線100に対応する位置信号Qに対する積係数 K_Q を得ることができる。したがって、図13の関係から得られる積係数 K_N, K_Q は

$$K_N = 1/(\sqrt{2} \cdot \cos N) \quad (13)$$

$$K_Q = 1/(\sqrt{2} \cdot \cos Q) \quad (14)$$

で与えられる。

【0070】したがって、(13)(14)式を(1)

(2)式に代入すると、 $Na = K_N \cdot N = \{1/(\sqrt{2} \cdot \cos N)\} \cdot N$ (15) $Qa = K_Q \cdot Q = \{1/(\sqrt{2} \cdot \cos Q)\} \cdot Q$ (16)の関係が得られ

40 る。

【0071】図8及び図9に示した本発明で使用する位置信号N, Qに対する正規化積係数 K_N, K_Q の値は実測により求めることが望ましい。この実測は図11のように、実トラック位置Xに対する位置信号N, Qを求め、実トラック位置 $X = Na, Qa$ として図13の関係をj得て図14のように微分し、この微分結果から図15のように逆数を求めて、最終的に図16のように正規化すれば良い。

【0072】しかしながら、実際のトラックピッチは例えば $1.1\mu m$ と極めて小さく、0.25トラックピッ

17

チ以下の範囲で例えば0.01TP単位に位置信号N、Qを実測することは事実上できない。そこで、図17のような位置信号検出系における角周波数 ω に対する開ループゲインGのボード線図で示される関係を利用して測定することができる。

【0073】まず位置信号N、Qの交点にヘッドを位置合せしたときの角周波数 ω に対する開ループゲインGは直線110のようになり、ゼロクロス点のゲイン0dBが位置信号N、Qの交点のポジション感度を表す。この状態からヘッドをずらし、もしポジション感度が増加したとすると開ループゲインGは直線112のようにプラス側にシフトする。またポジション感度が低下すれば開ループゲインGは直線114のようにマイナス側にシフトする。

【0074】このようなポジション感度のシフトに伴うゼロクロス点のゲイン方向の動きを例えば周波数スペクトラム分析装置で測定することで、非線形のポジション感度を測定できる。これは図11のように、位置信号Nの微分 N' を得たことに相当する。したがって、このように測定されたゲインの逆数を求めて正規化すること

で、図8、図9のような位置信号N、Qに対する正規化積係数 K_N 、 K_Q を求めることができる。

【0075】尚、図17のゼロクロスのゲイン方向のシフト量を測定する周波数スペクトラムの解析装置にあっては、ゼロクロスより小さい角周波数 ω については圧縮効果により周波数スペクトラムは得られず、一方、ゼロクロスを超える角周波数 ω についてはヘッドが機械的に動かないことから同じく周波数スペクトラムは得られず、したがってゼロクロスをピーク位置とした山型の変化が生ずることでゲイン即ちポジション感度の実測がで

きる。

【0076】以上のポジション感度の非線形から線形への補正は、ポジション感度を正弦関数で近似しているが、これを余弦関数で近似しても良い。即ち図11について、実トラック位置Xに対する位置信号N、Qを図示の正弦関数ではなく余弦関数で近似することで

$$N = \cos X \quad (17)$$

$$Q = \cos (X - 0.5 \text{ TP}) \quad (18)$$

とする。この場合、線形のポジション感度を持つ位置信号Na、Qaは正弦関数の場合の

$$Na = X \quad (19)$$

$$Qa = X - 0.5 \text{ TP} \quad (20)$$

と同じになる。そこで(17)(18)式を(19)(20)式の線形のポジション感度を持つ位置信号Na、Qaで表すと、

$$N = \cos Na \quad (21)$$

$$Q = \cos Qa \quad (22)$$

の関係が得られる。

【0077】この場合にも、非線形のポジション感度を持つ位置信号N、Qを線形のポジション感度の位置信号

18

Na、Qaに補正するためには、

$$Na = \cos^{-1} N \quad (23)$$

$$Qa = \cos^{-1} Q \quad (24)$$

を行えば良い。

【0078】図18は(21)(22)式を表わしており、横軸に示す線形のポジション感度を持つ位置信号Na、Qaに対する非線形のポジション感度を持つ縦軸の位置信号N、Qの値で決まる傾き、即ちゲインは、(21)(22)式を微分して

$$N' = (\cos Na)' = -\sin Na \quad (25)$$

$$Q' = (\cos Qa)' = -\sin Qa \quad (26)$$

となる。

【0079】図19は(26)式の微分位置信号 N' を表している。この図19の微分位置信号 N' 、即ち図18の位置信号Naに対するNの傾きの逆数を求めると図20のようになる。そして図20における $0 < N \leq 0.25 \text{ TP}$ の範囲の特性曲線116について、その絶対値を求めて正規化すると、図21のメモリテーブル76に格納された位置信号N、Qに対する正規化積係数 K_N 、 K_Q の特性曲線124を得ることができる。もちろん、実際のメモリテーブル76は特性曲線124に基づき、例えば図9のようなテーブルデータとして格納される。

【0080】この図21の特性曲線124を格納したメモリテーブル76を使用した場合の図6、図7の補正回路50に設けているメモリ読出部84、92における位置信号N、Qの交点レベル以下の範囲での極性テーブル参照値は、図12(A)のようになる。

【0081】即ち、図21のメモリテーブル76の特性曲線124は、図20の特性曲線116に基づいて作成しているが、この特性を他の特性曲線118、120、122のトラック範囲についても適用するため、各トラック範囲を示す位置信号N、Qの極性に基づいて、それぞれ対応するN信号テーブル参照値及びQ信号テーブル参照値を使用する。

【0082】ここで、位置信号Nに対し位置信号Qは0.5TPの位相遅れがあり、

$$N = Q + 0.5 \text{ TP}$$

であることから、図22(A)のN信号テーブル参照値に代入することで、Q信号テーブル参照値を得ている。

またQ信号テーブル参照値は実際には図22(B)の値をとることになる。

【0083】したがって、ポジション感度の非線形を余弦関数で近似した場合の積係数 K_N 、 K_Q は、

$$K_N = -1 / (\sqrt{2} \cdot \sin N) \quad (27)$$

$$K_Q = -1 / (\sqrt{2} \cdot \sin Q) \quad (28)$$

となる。したがって、(21)(28)式を(1)

(2)式に代入することで非線形のポジション感度を持つ位置信号N、Qを線形のポジション感度を持つ位置信号Na、Qaに補正するための関係式は

19

$$Na = K_N \cdot N = -\{1 / (\sqrt{2} \cdot \sin N)\} \cdot N \quad (29)$$

$$Qa = K_Q \cdot Q = -\{1 / (\sqrt{2} \cdot \sin Q)\} \cdot Q \quad (30)$$

となる。

【0084】更に上記の実施例にあっては、ポジション感度の非線形を正弦関数または余弦関数で近似する場合を例にとっているが、これ以外に多項式で近似しても良い。この多項式による近似は、位置信号Na、Qaに対し下信号N、Qを

$$N = A_N X^N + A_{N-1} X^{N-1} + \dots + A_0$$

$$N = A_N Na^N + A_{N-1} Na^{N-1} + \dots + A_0 \quad (31)$$

$$Q = A_Q Qa^Q + A_{Q-1} Qa^{Q-1} + \dots + A_0 \quad (32)$$

が得られる。

【0085】実際に使用する多項式としては、2次多項式程度で十分な近似を得ることが可能である。即ち、2次多項式として

$$N = A_2 Na^2 + A_1 Na + A_0 \quad (33)$$

$$Q = A_2 Qa^2 + A_1 Qa + A_0 \quad (34)$$

で近似する。

【0086】図23は本発明の他の実施形態であり、この実施形態にあっては図2の実施例に設けた補正回路50及びポジション感度検出回路70の処理をMPU36のプログラム制御により行うようにしたことを特徴とする。このため、ディスクコントローラ12のハードウェアとしての補正回路50及びポジション感度検出回路70は不要となり、バス38に対しAGC増幅器46、48からの位置信号N、Qをデジタルデータに変換して読み込むADコンバータ126、128を設けている。

【0087】MPU36に設けられたポジション感度調整機能は、図2のポジション感度検出回路70の回路機能をプログラム制御により実現する。即ち、装置出荷時、立ち上げ時、あるいはタイマ等によるキャリブレーションタイミングでAGC増幅器46、48より出力される位置信号N、QをADコンバータ126、128で読み込み、それぞれの絶対値の交点レベルを検出してその平均値を求め、RAM42に記憶する。そして、検出した交点レベルを一定レベル（理論値）とするように、DAコンバータ100を介してAGC増幅器46、48の利得を設定する。これによって、AGC増幅器46、48より出力される位置信号N、Qは常に一定レベル（理論値）に保たれる。

【0088】更にMPU36は、位置信号N、Qの交点レベルの検出に基づいてポジション感度が補正された位置信号Na、Qについて、図6の補正回路50に示したと同じ補正機能によりADコンバータ126、128で読み込んだ非線形のポジション感度を持つ位置信号N、Qを線形のポジション感度を持つ位置信号Na、Qaに補正する。

【0089】この場合のポジション感度の補正についても、例えばポジション感度の非線形を正弦関数で近似した場合には、図8の特性曲線100の内容を格納した例※50

20

$$* Q = A_N (X - 0.5TP)^N + A_{N-1} (X - 0.5TP)^{N-1} + \dots + A_0$$

で近似すると共に、実際のトラック位置に対する補正された2つの位置信号Na、Qaの線形関数を

$$Na = X$$

$$Qa = X - 0.5TP$$

とすることで、両者の関係式

$$N = A_N Na^N + A_{N-1} Na^{N-1} + \dots + A_0 \quad (31)$$

$$Q = A_Q Qa^Q + A_{Q-1} Qa^{Q-1} + \dots + A_0 \quad (32)$$

例えばRAM42等に準備されたテーブル情報を参照して正規化積係数KN、KQを求め、これに読み込んだ位置信号N、Qを乗算することで、線形のポジション感度に補正された位置信号Na、Qaを得る。

【0090】図21は位置信号Nのポジション感度の線形変換処理であり、ステップS1でサンプルタイミングをチェックしており、サンプルタイミングに達するとADコンバータ126から位置信号Nのデータを読み込み、ステップS3で図10の対応関係からそのときの位置信号Nについての極性とテーブル参照値を生成して積係数KNを読み出す。

【0091】続いてステップS4で、読み出した積係数KNにそのときの位置信号Nを乗算することで、ポジション感度が線形に補正された位置信号Naを得る。そしてステップS5で、補正位置信号NaにステップS3で判定された極性符号を乗算して、位置信号を用いた制御処理を行わせる。このような処理を、ステップS6で終了指示があるまで繰り返す。

【0092】図25は、MPU36による位置信号Qを線形のポジション感度を持つ位置信号に補正するためのフローチャートである。この場合にも、ステップS1でサンプルタイミングを判別すると、ステップS2でADコンバータ126により位置信号Qをデジタルデータに変換して読み込み、ステップS3で、そのときの位置信号Qの極性とテーブル参照値を例えば図10の情報から作成し、テーブル参照で、対応する積係数KQを読み出す。

【0093】次のステップS4で、読み出した積係数KQをそのときの位置信号Qに掛け合わせて、ポジション感度が線形となる位置信号Qaを求め、ステップS5で、ステップS3で求めている極性符号を乗算し、位置信号を用いた制御のために出力する。このようなステップS1～S5の処理を、ステップS6で終了指示があるまで繰り返す。

【0094】尚、図23の実施形態にあっては、ポジション感度調整処理とポジション感度補正処理をMPU36で行っているが、MPUの代わりにデジタル・シグナルプロセッサ（DSP）を使用してもよい。

【0095】また上記の実施形態は、2相サーボ情報か

ら復調された位置信号N, Qのポジション感度の非線形特性を正弦関数、余弦関数、多項式で近似する場合を例にとっているが、これ以外の適宜の関数による近似を行っても良いことはもちろんである。

【0096】また上記の実施形態は、位置信号N, Qの位相 $\phi = TP/2$ とした場合を例にとるものであったが、位相 $\phi = TP/3$ としてもよい。この場合には、図5の媒体パターンの記録としては、パターンA, Bは、シリンダ $n, n+1, n+2, \dots$ のシリンダ境界を中心位置として両側に $1/3$ シリンダ幅をもって、データの記録周波数より十分高い周波数のパターンを記録する。パターンC, Dは、パターンA, Bに対し $1/3$ シリンダずらして、シリンダ $n, n+1, n+2$ のシリンダ中心に対し左右に $1/3$ シリンダのシリンダ幅の範囲に記録する。位相 $\phi = TP/4, TP/5, \dots$ とすることもできる。

【0097】また本発明は上記の実施例により限定されず、その目的及び利点を損なわない範囲の適宜の変形を含む。更に本発明は、上記の実施形態の数値による限定は受けない。

【0098】

【発明の効果】以上説明してきたように本発明によれば、漏れ磁束の影響により非線形のポジション感度を持つ2相1信号について交点検出に基づいて一点でのポジション感度を補正した後に、更に交点レベル以下の位置信号の範囲についてポジション感度を非線形から線形に補正するようにしたため、トラックセンタを中心とした位置信号N, Qの交点位置となるトラック範囲内でポジション感度が正確に一定値に調整され、ポジション感度が高精度で一定値に調整されているため、大容量化、小型化の要求に伴ってトラック密度(TPI)が大きくなっても高精度の位置決め制御を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理説明図

【図2】本発明の一実施形態を示したブロック図

【図3】本発明のディスク装置の構造説明図

【図4】ディスク媒体におけるセクタサーボのフォーマット説明図

【図5】図4のサーボフレームに記録された2相サーボパターンのヘッド位置に対する位置復調信号の説明図

【図6】図2の位置信号のポジション感度を非線形から線形に補正する補正回路のブロック図

【図7】図6のメモリ読出部のブロック図

【図8】図6, 7のメモリテーブルに格納された正規化積係数の特性図

【図9】図6, 7のメモリテーブルに格納された正規化積係数の説明図

【図10】図8のメモリ読出部における位置信号の極性とテーブル参照値の説明図

【図11】実トラック位置に対する図2のポジション感

度補正前の位置信号P, Qの特性図

【図12】実トラック位置に対する図2のポジション感度補正前の位置信号P, Qの絶対値の特性図

【図13】正弦関数で近似した線形のポジション感度をもつ位置信号Na, Qaに対する非線形のポジション感度をもつ位置信号N, Qの特性図

【図14】図13の位置信号 $N = \sin Na$ を微分した特性図

【図15】図14の逆数となる積係数 K_N の特性図

10 【図16】図14の $0 < N \leq 0.25 TP$ の範囲について正規化した積係数の K_N の特性図

【図17】ヘッド位置に対するヘッド検出系の開ループゲインの変化を示したボード線図

【図18】余弦関数で近似した線形のポジション感度をもつ位置信号Na, Qaに対する非線形のポジション感度をもつ位置信号の特性図

【図19】図18の位置信号 $N = \cos Na$ を微分した特性図

【図20】図19の逆数となる積係数 K_N の特性図

20 【図21】図6, 7のメモリテーブルに格納される余弦近似に基づいて得た正規化積係数の特性図

【図22】図21の正規化積係数 K_N をメモリテーブルに格納した場合の図8のメモリ読出部における極性とテーブル参照値の説明図

【図23】MPUにポジション感度調整機能と補正機能を設けた本発明の他の実施形態のブロック図

【図24】図23のMPUによる位置信号Nの線形変換処理のフローチャート

30 【図25】図23のMPUによる位置信号Qの線形変換処理のフローチャート

【図26】従来装置のブロック図

【図27】従来のポジション感度が線形と見做した実トラック位置に対する位置信号P, Qと絶対値の特性図

【符号の説明】

10 : ディスクエンクロージャ

12 : ディスクコントローラ

14-1~14-4 : 複合型ヘッド

16-1~16-4 : ライトヘッド (インダクティブヘッド)

40 18-1~18-4 : リードヘッド (MRヘッド)

20 : ヘッドIC回路

22 : AGCアンプ

24 : リード復調回路

26 : パラレル/シリアル変換器

28 : ライト変調回路

30 : ディスクコントローラ

32 : インタフェース回路

34 : バッファメモリ

36 : MPU (プロセッサ)

50 38 : バス

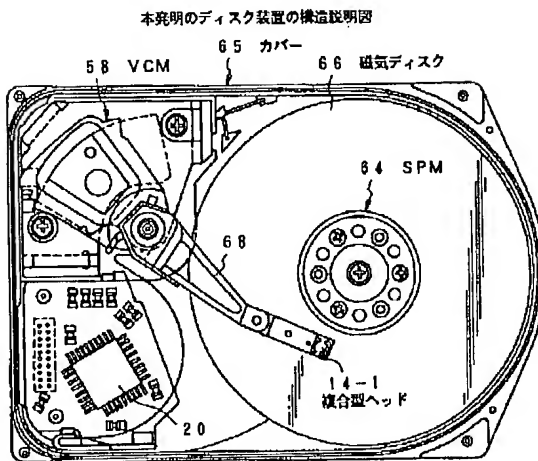
23

24

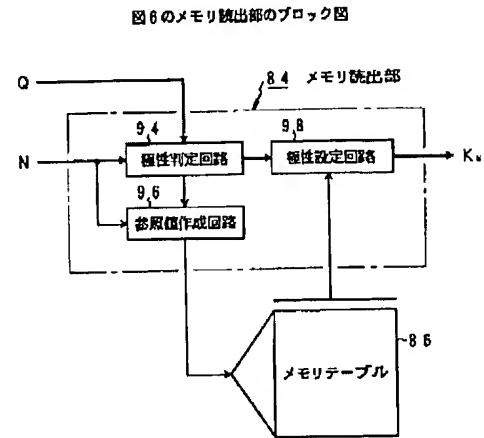
40: ROM
 42: RAM
 44: 位置信号復調回路
 46, 48: AGC増幅器
 50: 補正回路
 54, 60, 100: DAコンバータ
 56, 62: ドライバ
 58: ボイスコイルモータ (VCM)
 64: スピンドルモータ (SNM)
 66: 磁気ディスク
 68: ヘッドアクチュエータ

70: ポジション感度検出回路
 71, 72: 絶対値回路
 74: 交点レベル検出回路
 76: 記憶器
 80, 88: ADコンバータ
 82, 90: 乗算器
 84, 92: メモリ読出部
 86: メモリテーブル
 96: 極性判定回路
 94: 参照値作成回路
 98: 極性設定回路

【図3】



【図7】



【図4】

ディスク媒体におけるセクタサーボのフォーマット説明図

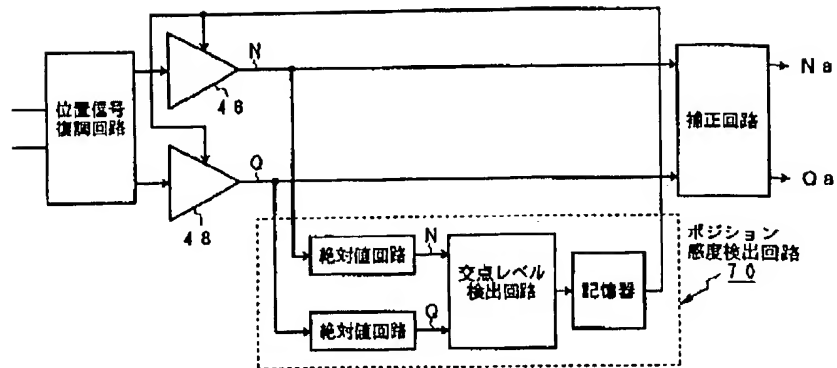
| | 媒体1回転 | | | | | | | | | |
|---------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| シリンダn | SVO0 | DATA | SVO1 | DATA | SVO2 | DATA | SVO3 | DATA | SVO4 | DATA |
| シリンダn+1 | SVO0 | DATA | SVO1 | DATA | SVO2 | DATA | SVO3 | DATA | SVO4 | DATA |
| シリンダn+2 | SVO0 | DATA | SVO1 | DATA | SVO2 | DATA | SVO3 | DATA | SVO4 | DATA |
| シリンダn+3 | SVO0 | DATA | SVO1 | DATA | SVO2 | DATA | SVO3 | DATA | SVO4 | DATA |
| シリンダn+4 | SVO0 | DATA | SVO1 | DATA | SVO2 | DATA | SVO3 | DATA | SVO4 | DATA |

| | | | | | | | | |
|---------|------|--------|--------|------|------|------|------|------|
| シリンダn | ギャップ | サーボマーク | グレイコード | PosA | PosB | PosC | PosD | ギャップ |
| シリンダn+1 | ギャップ | サーボマーク | グレイコード | PosA | PosB | PosC | PosD | ギャップ |
| シリンダn+2 | ギャップ | サーボマーク | グレイコード | PosA | PosB | PosC | PosD | ギャップ |
| シリンダn+3 | ギャップ | サーボマーク | グレイコード | PosA | PosB | PosC | PosD | ギャップ |
| シリンダn+4 | ギャップ | サーボマーク | グレイコード | PosA | PosB | PosC | PosD | ギャップ |

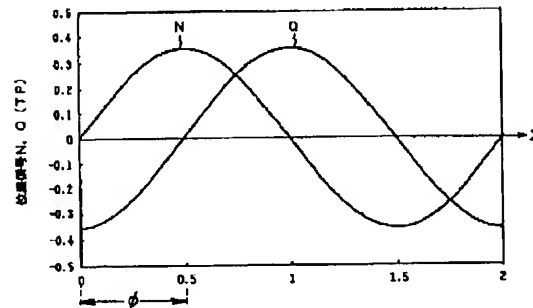
【図1】

本発明の原理説明図

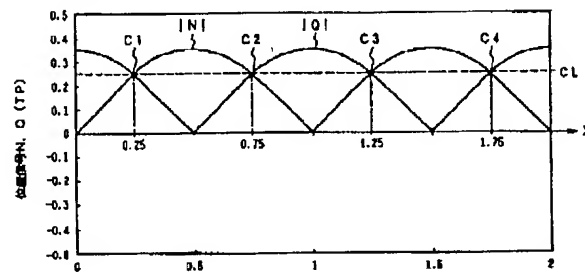
(A)



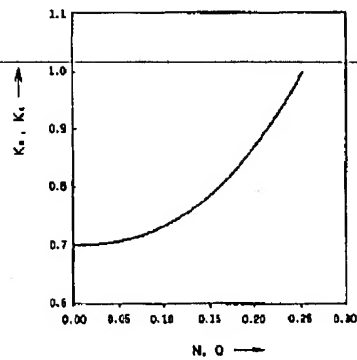
(B)



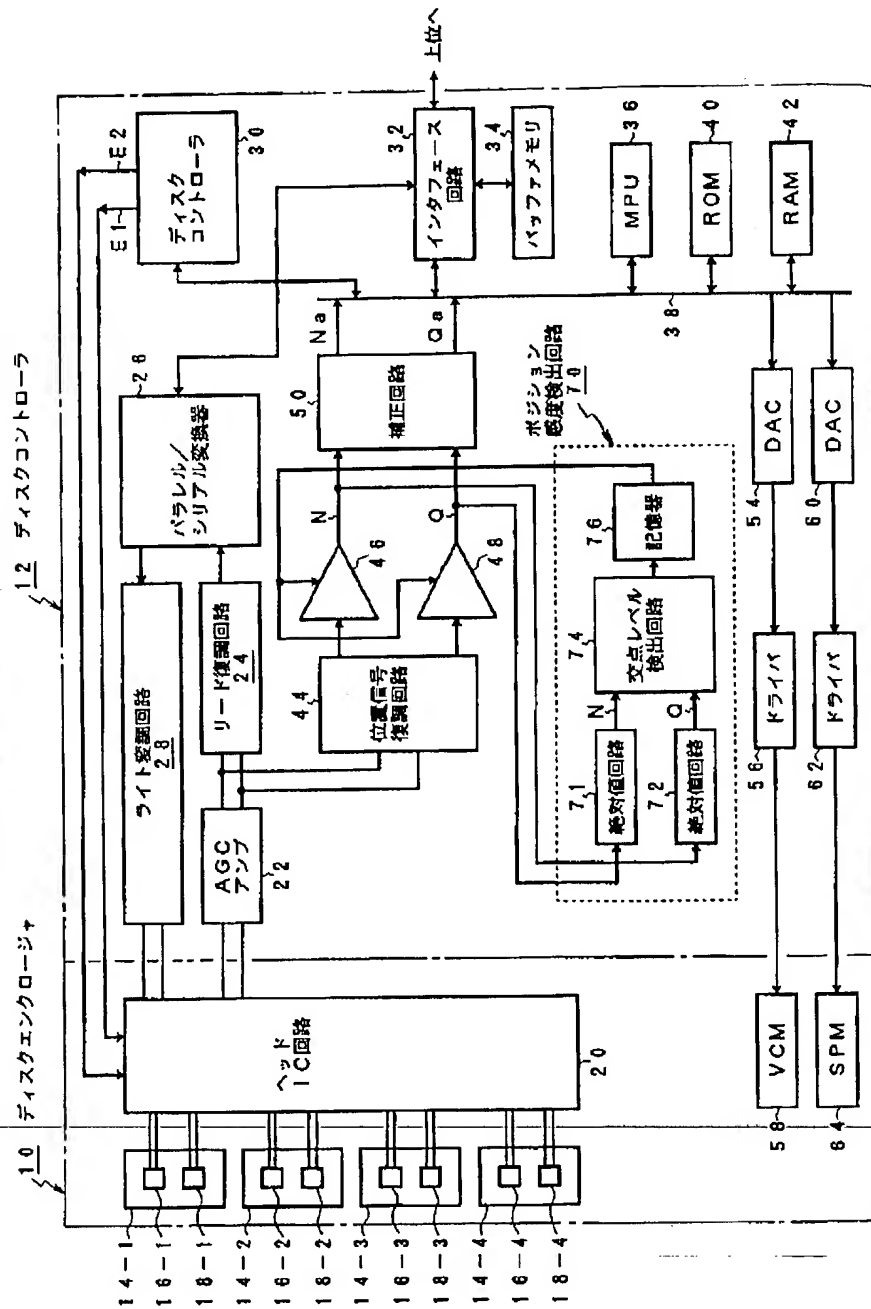
(C)



(D)

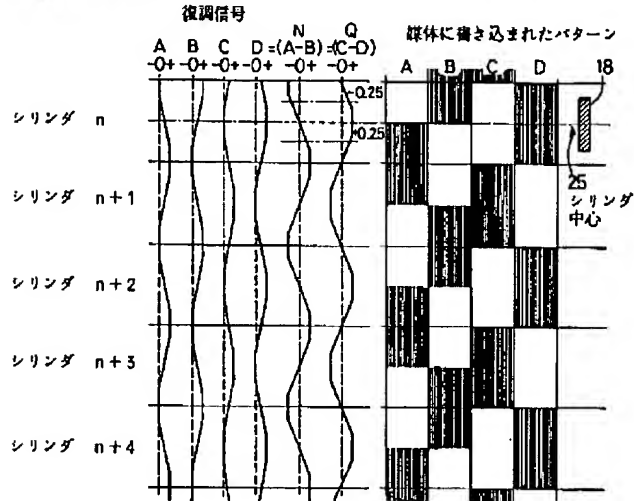


本発明の一実施形態を示したブロック図



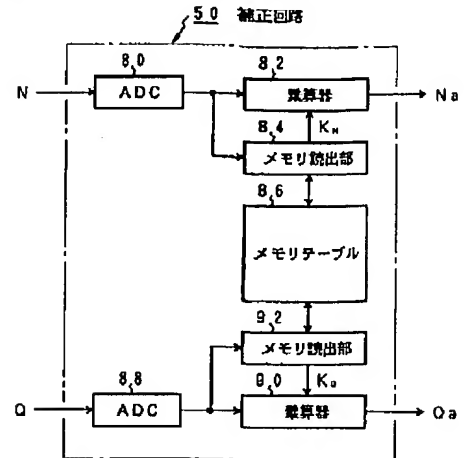
【図5】

図4のサーボフレームに記録された2相サーボパターンのヘッド位置に対する位置復調信号の説明図



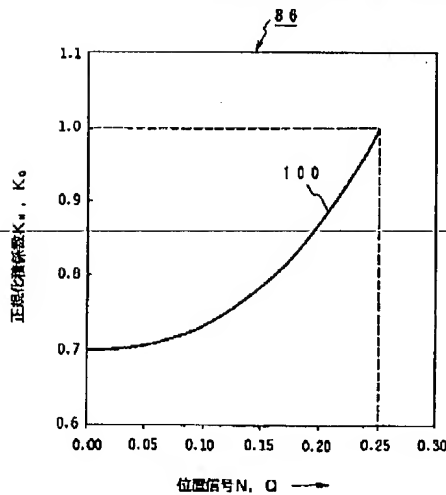
【図6】

図2の位置信号のポジション感度を非線形から線形に補正する補正回路のブロック図



【図8】

図6, 7のメモリテーブルに格納された正規化補係数の特性図



【図9】

図6, 7のメモリテーブルに格納された正規化補係数の説明図

| 8.6-1 | Pos N, Q | 補係数 | 8.6-2 |
|-------|------------|-----|-------|
| 0.00 | 0.70000000 | | |
| 0.01 | 0.70009600 | | |
| 0.02 | 0.70054310 | | |
| 0.03 | 0.70149650 | | |
| 0.04 | 0.70307200 | | |
| 0.05 | 0.70536660 | | |
| 0.06 | 0.70846540 | | |
| 0.07 | 0.71244560 | | |
| 0.08 | 0.71737790 | | |
| 0.09 | 0.72332800 | | |
| 0.10 | 0.73035790 | | |
| 0.11 | 0.73852590 | | |
| 0.12 | 0.74788770 | | |
| 0.13 | 0.75849650 | | |
| 0.14 | 0.77040300 | | |
| 0.15 | 0.78385640 | | |
| 0.16 | 0.79830400 | | |
| 0.17 | 0.81439140 | | |
| 0.18 | 0.83186310 | | |
| 0.19 | 0.85108200 | | |
| 0.20 | 0.87177300 | | |
| 0.21 | 0.89400790 | | |
| 0.22 | 0.91783550 | | |
| 0.23 | 0.94355150 | | |
| 0.24 | 0.97089400 | | |
| 0.25 | 1.00000000 | | |

【図10】

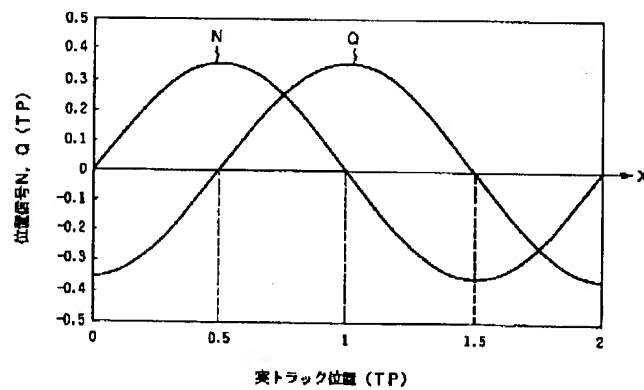
図8のメモリ跳出部における位置信号の極性とテーブル参照値の説明図

| トラック範囲 | N極性 | Q極性 | N信号テーブル参照値 | Q信号テーブル参照値 |
|--------------------------|-----|-----|------------|------------|
| 0. 00TP < N, Q ≤ 0. 25TP | + | - | N | Q+0. 5 |
| 0. 75TP < N, Q ≤ 1. 00TP | + | + | 1-N | 1-(Q+0. 5) |
| 1. 00TP < N, Q ≤ 1. 25TP | - | + | 1+N | 1+(Q+0. 5) |
| 1. 75TP < N, Q ≤ 2. 00TP | - | - | 2-N | 2-(Q+0. 5) |

| トラック範囲 | N極性 | Q極性 | N信号テーブル参照値 | Q信号テーブル参照値 |
|--------------------------|-----|-----|------------|------------|
| 0. 00TP < N, Q ≤ 0. 25TP | + | - | N | Q+0. 5 |
| 0. 75TP < N, Q ≤ 1. 00TP | + | + | 1-N | 0. 5-Q |
| 1. 00TP < N, Q ≤ 1. 25TP | - | + | 1+N | 1. 5+Q |
| 1. 75TP < N, Q ≤ 2. 00TP | - | - | 2-N | 1. 5+Q |

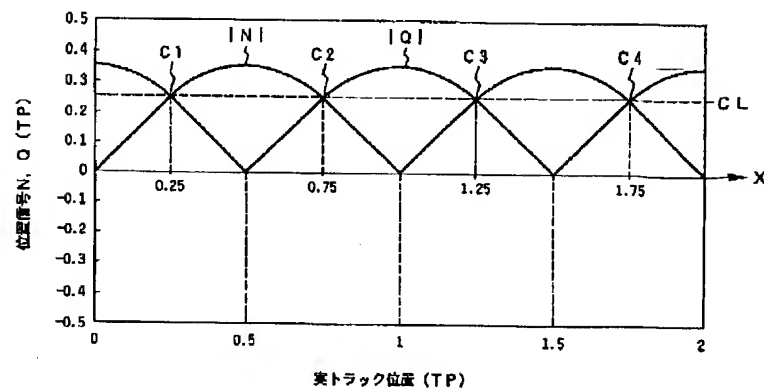
【図11】

実トラック位置に対する図2のポジション感度補正前の位置信号P, Qの特性図



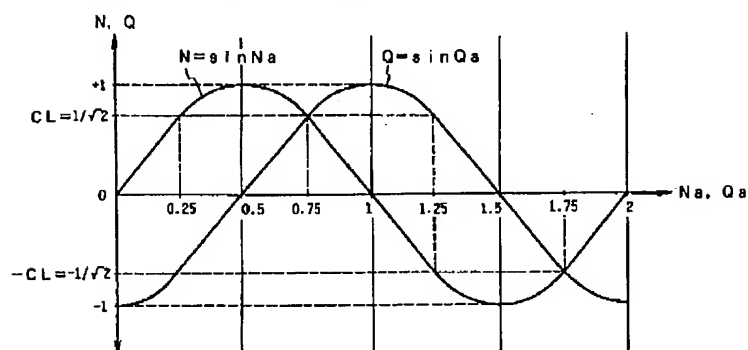
【図12】

実トラック位置に対する図2のポジション感度補正前の位置信号P, Qの絶対値の特性図



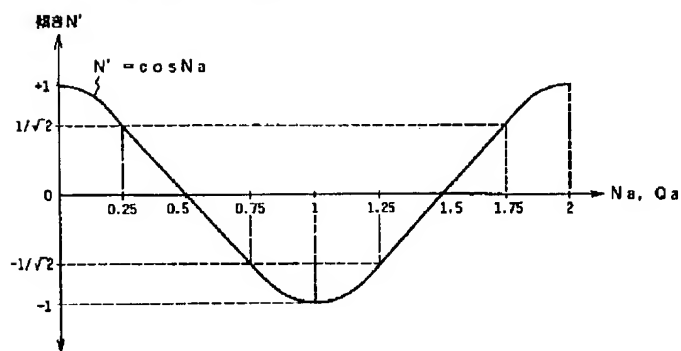
【図13】

正弦関数で近似した線形のポジション感度をもつ位置信号 N_a 、 Q_a に対する非線形のポジション感度をもつ位置信号 N 、 Q の特性図



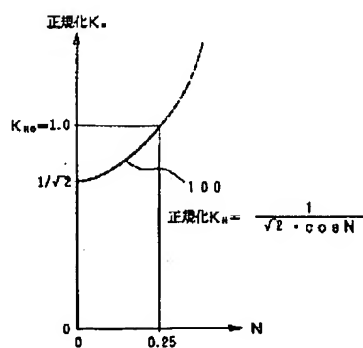
【図14】

図13の位置信号 $N = \sin N_a$ を微分した特性図



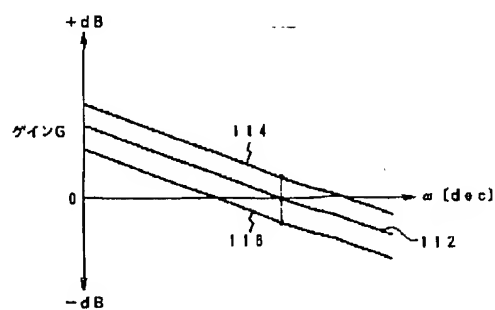
【図16】

図14の $0 < N \leq 0.25$ TPの範囲について正規化した横係数の K_H の特性図

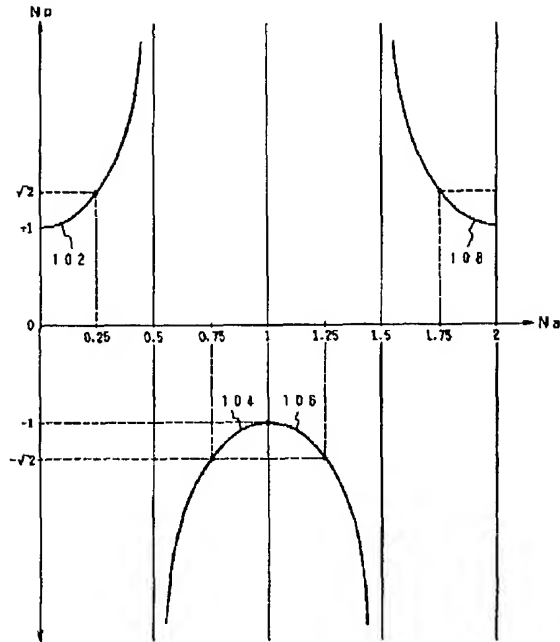


【図17】

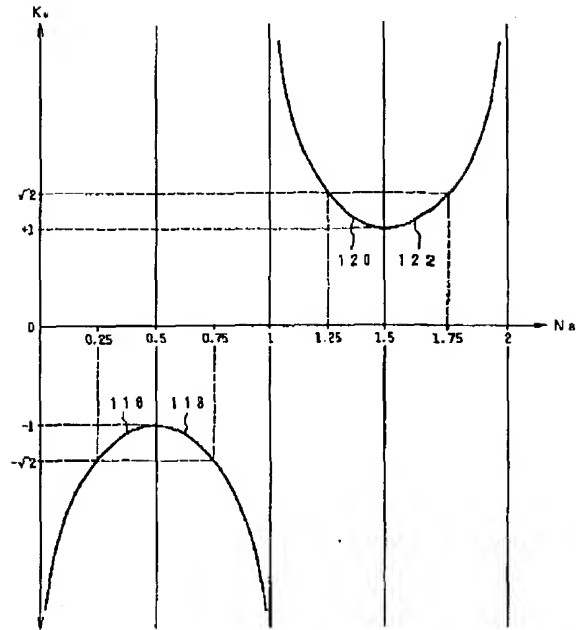
ヘッド位置に対するヘッド検出系の開ループゲインの変化を示したボード線図



【図15】

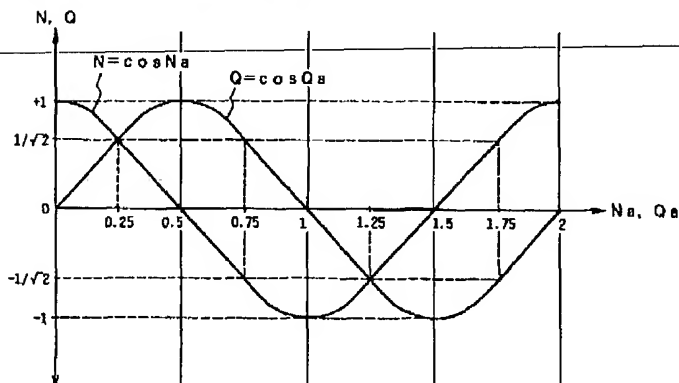
図14の逆数となる積係数 K_y の特性図

【図20】

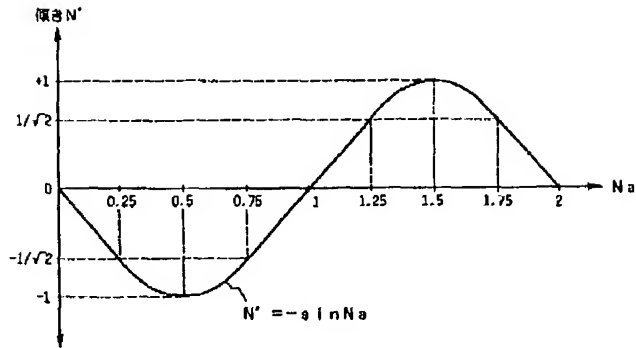
図19の逆数となる積係数 K_y の特性図

【図18】

余弦関数で近似した線形のポジション感度をもつ位置信号 N_a 、 Q_a に対する非線形のポジション感度をもつ位置信号の特性図

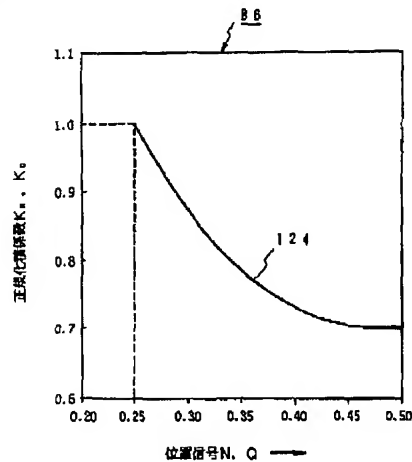


【図19】

図18の位置信号 $N = \cos \alpha Na$ を微分した特性図

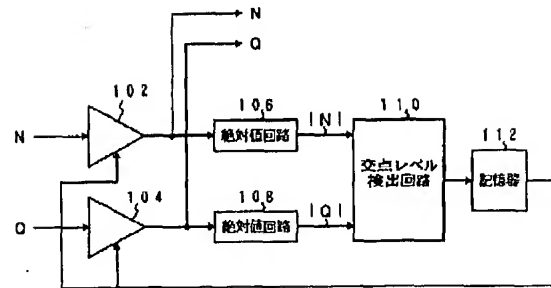
【図21】

図6、7のメモリテーブルに格納される余弦近似に基づいて得た正規化係数の特性図



【図26】

従来装置のブロック図



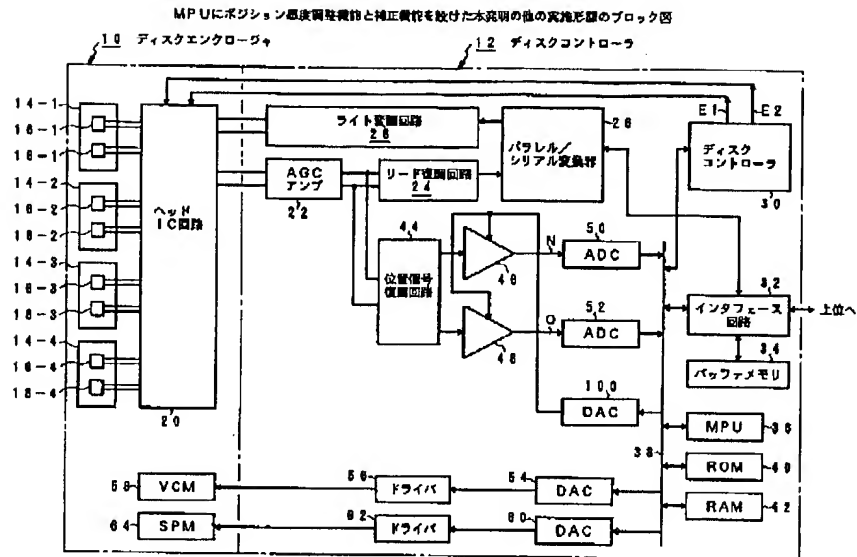
【図22】

図21の正規化係数 K_n をメモリテーブルに格納した場合の図8のメモリ読出部における極性とテーブル参照値の説明図

| | トラック範囲 | N極性 | Q極性 | N信号テーブル参照値 | Q信号テーブル参照値 |
|-----|-----------------------------|-----|-----|------------|-------------------|
| (A) | $0.25TP < N, Q \leq 0.50TP$ | + | + | $0.5 - N$ | $0.5 - (Q + 0.5)$ |
| | $0.50TP < N, Q \leq 0.75TP$ | - | + | $0.5 + N$ | $0.5 + (Q + 0.5)$ |
| | $1.25TP < N, Q \leq 1.50TP$ | - | - | $1.5 - N$ | $1.5 - (Q + 0.5)$ |
| | $1.50TP < N, Q \leq 1.75TP$ | + | - | $1.5 + N$ | $1.5 + (Q + 0.5)$ |

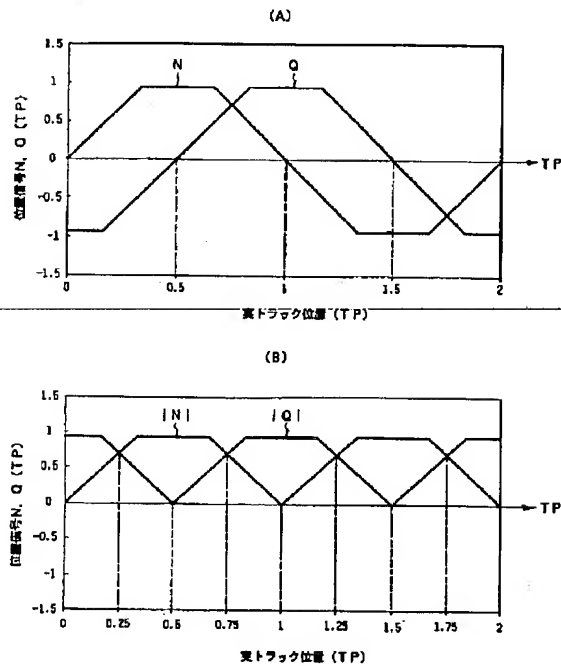
| | トラック範囲 | N極性 | Q極性 | N信号テーブル参照値 | Q信号テーブル参照値 |
|-----|-----------------------------|-----|-----|------------|------------|
| (B) | $0.25TP < N, Q \leq 0.50TP$ | + | + | $0.5 - N$ | $-Q$ |
| | $0.50TP < N, Q \leq 0.75TP$ | - | + | $0.5 + N$ | $1.0 + Q$ |
| | $1.25TP < N, Q \leq 1.50TP$ | - | - | $1.5 - N$ | $1.0 - Q$ |
| | $1.50TP < N, Q \leq 1.75TP$ | + | - | $1.5 + N$ | $2.0 + Q$ |

【図23】



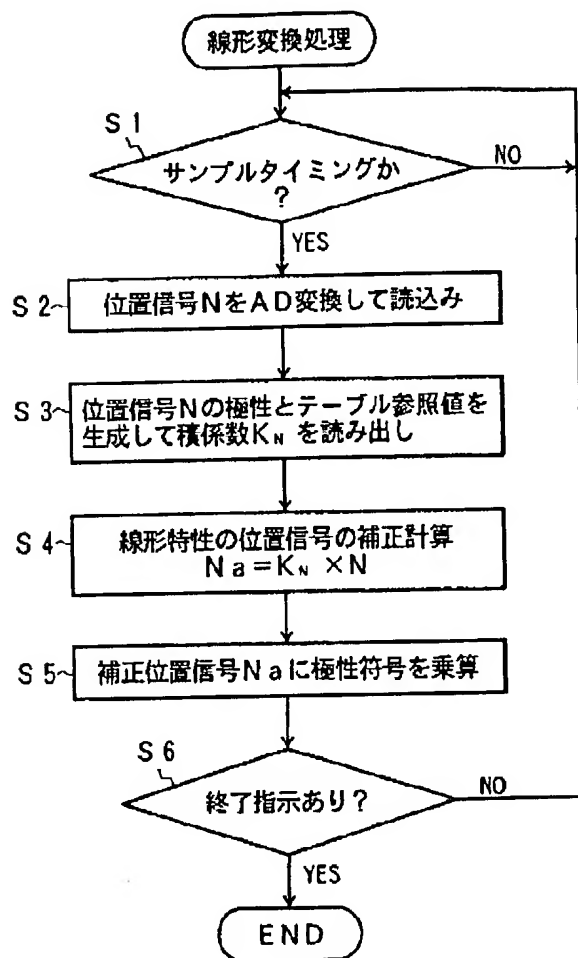
【図27】

従来のポジション感度が略形と見做した突トラック位置に対する位置信号P、Q
と絶対値の特性図



【図24】

図23のMPUIによる位置信号Nの線形変換処理のフローチャート



【図25】

図23のMPUによる位置信号Qの線形変換処理のフローチャート

